

TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUM RÜCKGEKOPPELTEN BAROPACING MIT REIZIMPULSAMPLITUDENMODULATION

T. Peters, H.-E. Koralewski, E. Zerbst

Institut für Physiologie der Freien Universität
Berlin/Deutschland

1. EINLEITUNG

Die elektrische Reizung der Carotissinus-Nerven mittels chronisch implantierter Elektroden ist eine Methode zur Behandlung des Bluthochdrucks und der Angina pectoris. Sie wurde 1964 eingeführt. In den letzten Jahren hat unsere Arbeitsgruppe das Prinzip der rückgekoppelten Reizung entwickelt und in Voruntersuchungen auch an Patienten erprobt. Dabei wurde ein elektronisches Barorezeptoranalogue verwendet, bei welchem Blutdruck und/oder Herzfrequenz Reizimpulsmuster auslösen, die in ihrer mittleren Rate dem Blutdruck in ähnlicher Weise nicht-linear proportional sind, wie das auch bei den natürlichen Barorezeptoren zu beobachten ist. Damit wurde die Aktivität der Barorezeptoren imitiert. Durch die Beeinflussung der Carotissinusnerven wurde über regulativ tätige Neurone des Zentralnervensystems eine Senkung von Blutdruck und Herzfrequenz erzielt. Je nach "Aktivität" des elektronischen Barorezeptoranalogs kam es im Zentralnervensystem zu einer mehr oder weniger großen zeitlichen Summation der einlaufenden Aktionspotentiale in Abhängigkeit von der "gemeldeten" Höhe des Blutdrucks. (1)

Unter normalen Bedingungen haben aber die natürlichen Barorezeptoren, die in großer Zahl vorhanden sind, unterschiedliche Meßbereiche: Es gibt Fasern, die bereits bei relativ niedrigen Drucken aktiv werden und solche, die erst bei höheren Drucken ansprechen. Alle Fasern zeigen jedoch eine vom jeweiligen Blutdruck abhängige Einzelaktivität. Berücksichtigt man die unterschiedlichen "Schwellenwerte" der Fasern, dann wird deutlich, daß unter normalen Bedingungen mit höheren Blutdrucken nicht nur höhere Impulsraten in den Einzelfasern fortgeleitet werden, sondern daß auch mit höheren Drucken mehr Fasern insgesamt aktiv werden. Wie von unserer Arbeitsgruppe früher gezeigt wurde, konvergieren die depressorischen Afferenzen auf gemeinsame Neurone im ZNS (2).

Nimmt nun mit der Höhe des Blutdrucks die Anzahl der aktiven konvergierenden Fasern zu, dann bezeichnet man das als räumliche Summation. Diese wurde bei der bisherigen rückgekoppelten Reizung noch nicht berücksichtigt. Die nachfolgenden Tierexperimente sollten daher folgende Frage beantworten:

- Gibt es signifikante Wirkungsunterschiede zwischen
- (a) der Methode der pulsfrequenzmodulierten Stimulation (FS) (zeitliche Summation),
 - (b) der Methode der pulsamplitudenmodulierten Stimulation (AS) (räumliche Summation),
 - (c) der Methode der frequenz- und amplitudenkonstanten Stimulation (ES) (keine Rückkopplung)?
- Vergleichskriterium sollte dabei die aus dem Verhältnis von relativem Reizeffekt zu dem dazu aufgewandten mittleren zeitlichen elektrischen Flußintegral errechnete "Effektivität" sein.

2. METHODIK

Die Untersuchungen wurden an Urethan-narkotisierten Kaninchen durchgeführt. Gereizt wurden beide Aortennerven bei intakten Kreislaufafferenzen. Registriert wurden die Herzfrequenz über das EKG, der zentrale Venendruck und der Aortendruck. Letzterer wurde als elektrisch analoge Größe auf den Eingang des Rezeptormodells geschaltet. Das Ausgangssignal des Rezeptormodells wurde durch geeignete elektronische Aufbereitungen reizimpulsfrequenz- bzw. reizimpulsamplitudenmoduliert. Vgl. A b b. 1 (Versuchsaufbau). A b b. 2 stellt die Eingangs-Ausgangs-Beziehung bei Sprungreiz dar: Das Generatorpotential wird entweder pulsfrequenzmoduliert (die Impulsamplituden bleiben konstant) oder pulsamplitudenmoduliert (die Impulsfolgefrequenz bleibt konstant).

Der elektrische Fluß ist abhängig von der Einzelimpulsstromstärke, der Folgefrequenz und der Dauer des Einzelimpulses. Die Einzelimpulsdauer betrug bei allen verwendeten Methoden 0.35 ms. Um eine direkte Vergleichsmöglichkeit der angewandten Reiz-